Wasserkraftwerk La Goule : Erneuerung und Automatisierung

Autor(en): **Hässig, Peter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **96 (2004)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939554

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wasserkraftwerk La Goule Erneuerung und Automatisierung

Peter Hässig

Die Société des Forces Electriques de la Goule SA betreibt seit 1894 am Doubs das Wasserkraftwerk La Goule. Im Hinblick auf die bevorstehende Konzessionserneuerung wurde das Ingenieurbüro Engineering Kraftwerke der BKW FMB Energie AG Ende der 80er-Jahre beauftragt, eine Zustandsanalyse zu erstellen und ein Erneuerungskonzept auszuarbeiten. Unklare Rahmenbedingungen aus dem laufenden Konzessionsverfahren erforderten mehrfach die Überprüfung und Neufestlegung der Projektziele. Ein Neubau liess sich innerhalb der von den französischen Behörden gewährten Verlängerung des Wassernutzungsrechts um 30 Jahre nicht amortisieren. Daher wurde eine etappierte Erneuerung und Automatisierung der bestehenden Turbinen-Generatorgruppen als finanziell tragbare Lösung zur Ausführung beschlossen. Umbau und Automatisierung der teilweise recht alten Anlageteile stellten hohe Anforderungen an die projektierenden Ingenieure und die beteiligten Industriefirmen. Dank abgesicherter Fachkompetenz befindet sich das Vorhaben jetzt auf der Zielgeraden zu einem erfolgreichen Abschluss.

La Société des Forces Electriques de la Goule SA (SEG) exploite depuis 1894 la centrale hydroélectrique de la Goule sur le Doubs. A la fin des années 80, SEG charge le bureau d'ingénieurs de BKW FMB Energie SA, l'unité Ingénierie Centrales, de réaliser un diagnostic d'état et d'élaborer un concept de reconstruction de l'installation en vue d'un prochain renouvellement de la concession. Les conditions-cadre ne pouvant pas être clairement définies pendant la procédure de concession, les objectifs du projet ont dû être vérifiés et redéfinis à plusieurs reprises. En fin de compte, le projet de reconstruction de la centrale a dû être abandonné, car la prolongation du droit d'usage de l'eau accordée par les autorités françaises n'était que de 30 ans, période trop courte pour l'amortissement des investissements prévus. Il a donc été décidé de rénover et d'automatiser les machines existantes, ce qui permettait de respecter les impératifs financiers. La transformation et l'automatisation des composants de l'installation, en partie vétustes, a représenté un défi important pour les ingénieurs de projet comme pour les fournisseurs. Grâce à l'expérience et au grand savoir-faire du personnel impliqué, le projet est décidément en bonne voie et pourra être conclu à la satisfaction générale.

1. Geschichte

Das Erdbeben, das 1356 die Stadt Basel verwüstete, steht am Anfang der Stromproduktion im Wasserkraftwerk La Goule. Es löste in der tiefen Schlucht des Doubs bei Le Noirmont einen gewaltigen Felssturz aus, welcher einen natürlichen Staudamm bildete: «La Goule». Vom entstandenen Stausee bis hinunter nach Bief d'Etoz, wo Jahrhunderte später das heutige Maschinenhaus erstellt wurde, ergab sich auf kurzer Distanz ein Gefälle von 26 m. Dieser ideale Standort für die Stromproduktion wurde 1891 von einer Gruppe initiativer Unternehmer unter Führung von François Geneux erkundet und für die Erstellung eines Wasserkraftwerks zur Stromversorgung der Region Saint-Imier und Franches-Montagnes ausgewählt. Mit geringen Bauarbeiten konnte das Triebwasser vom See durch einen kurzen Stollen zu den Turbinen geleitet werden.

Das Bewilligungsverfahren verlief sehr schnell. Am 26. November 1891 wurde die französische Wassernutzungskonzession erteilt und am 4. Juli 1893 folgte auch die bernische Baubewilligung für die Erstellung der Bauwerke am Schweizer Ufer. Nach Beschaffung der nötigen Finanzmittel wurde am 2. Dezember 1893 die Société des Forces Electriques de la Goule (SEG) mit Sitz in Saint-Imier aus der Taufe gehoben. Die Projektierung war in diesen zwei Jahren zielstrebig vorangetrieben worden, sodass mit den Bauarbeiten sofort begonnen werden konnte. Die Arbeiten kamen zügig voran, die Inbetriebnahme erfolgte schon nach einem Jahr am 8. Dezember 1894. Damit reiht sich das Kraftwerk La Goule unter die allerersten Wasserkraftwerke der Schweiz ein. Die installierte Leistung betrug ursprünglich 2000 PS, wurde wegen wachsender Nachfrage aber laufend ausgebaut. Eine rasche Zunahme des Kundenkreises und eine Ausweitung des Versorgungsgebiets ins benachbarte Frankreich sicherten vorerst Wachstum und Ertrag. Später hat diese internationale Verknüpfung die Firmengeschichte der SEG aber schwer belastet, wurde sie doch sowohl von den Auswirkungen der beiden Weltkriege wie auch von Wirtschaftskrise und Wechselkurszerfall massiv betroffen. Nach dem Zweiten Weltkrieg und der Trennung von den französischen Versorgungsgebieten konnte sich die Gesellschaft kontinuierlich zu einem erfolgreichen, regionalen Energieversorgungsunternehmen entwickeln.

2. Ausgangslage für die Erneuerung

Im Hinblick auf die bevorstehende Konzessionserneuerung wurde die Baudirektion der Bernischen Kraftwerke AG (heute Engineering Kraftwerke der BKW FMB Energie AG) Ende der 80er-Jahre mit einer umfassenden Zustandsanalyse des Kraftwerks und der abgehenden Mittelspannungsleitungen beauftragt. Die maschinelle Einrichtung des Kraftwerks umfasste drei unterschiedliche Turbinen-Generatorgruppen: eine horizontalachsige Francismaschine Nr. 1 von 1932 mit einer maximalen Turbinenleistung von 1,40 MW, eine vertikalachsige Kaplanmaschine Nr. 2 von 1957 mit 2,76 MW und eine horizontalachsige Francismaschine von 1922 mit 2,40 MW. Die elektrischen Anlageteile reflektierten den laufenden Ausbau der Zentrale und waren dementsprechend unterschiedlich alt. Ein wesentlicher Teil der baulichen Anlagen stammte noch aus den Gründerjahren. Der Energieabtransport erfolgte über drei 50-kV- resp. 16-kV-Leitungen. Die besondere Lage am Doubs bei La Goule hatte zur Folge, dass das Kraftwerk sowohl eine schweizerische als auch eine französische Konzession besass. Beide liefen 1993/94 aus. Das Verfahren für die Konzessionserneuerung war zwar im Zeitpunkt der Auftragserteilung eingeleitet, die Anforderungen sowie die zeitlichen Abläufe jedoch noch nicht absehbar.

Gemeinsam mit dem Auftraggeber wurden technische Schwachstellen der bestehenden Anlagen analysiert, Personen- und Umweltrisiken beurteilt und Sanierungsmassnahmen unterschiedlicher Dringlichkeit festgelegt. Dabei wurden Sofortmassnahmen, Massnahmen für einen sicheren Betrieb

Bild 1. Dotierschütze im Wasserschloss, im Hintergrund das neue Betriebsgebäude.

bis zum Konzessionsende und weitergehende Massnahmen für eine neue Konzessionsdauer unterschieden. Im Massnahmenbereich «Sofortmassnahmen» wurden insbesondere neue gesetzliche Vorschriften und Erkenntnisse bezüglich Personen- und Umweltschutz erfasst und von SEG Anfang der 90er-Jahre umgesetzt. Der Massnahmenbereich «Sicherer Betrieb bis zum Konzessionsende» musste sich bereits auf mögliche Erneuerungsprojekte ausrichten, um keine verlorenen Investitionen zu verursachen. Zu diesem Zeitpunkt standen noch verschiedene Varianten im Raum, und es galt übereinstimmende Minimalanforderungen für alle Möglichkeiten zu definieren. Erneuerungen im Hinblick auf eine neue Konzession wurden in dieser Planungsphase nur generell aufgezeigt, sie sollten erst im Rahmen des Konzessionsprojekts konkretisiert werden. Das Konzessionsverfahren verlief wider Erwarten langwierig und konnte bis zum Ablauf der alten Konzessionen 1993/94 nicht abgeschlossen werden. Zwar konnte der Kraftwerksbetrieb mit einer provisorischen Betriebsbewilligung weitergeführt werden, doch war SEG wegen fehlender Rechtssicherheit gezwungen, die Grundlagen für das Erneuerungskonzept mehrfach zu überprüfen und anzupassen.

Bild 2. Neue Rechenreinigungsmaschine im Wasserschloss.

3. Erneuerungsprojekt 1996

Aufgrund sich abzeichnender Fortschritte im Konzessionsverfahren entschied sich SEG im Sommer 1995 zur Ausarbeitung eines Erneuerungsprojekts. Die Baudirektion der BKW konnte auch diesen interessanten Auftrag zur Bearbeitung übernehmen. Es wurde eine modulartige Lösung erarbeitet, welche den Unsicherheiten des Konzessionsverfahrens Rechnung trug. Als Favoritvariante kristallisierten sich die Instandsetzung und der Weiterbetrieb der vorhandenen Kaplanturbine in Kombination mit einer oder zwei neuen Rohrturbinen in einem oberwasserseitigen Anbau heraus. Die alte Wasserfassung sollte komplett erneuert, Stollen und Wasserschloss instandgesetzt sowie die Druck- und Verteilleitung entsprechend der neuen Maschinenanordnung neu gebaut werden. Die Leittechnik sollte für den Automatikbetrieb konzipiert werden. Die Energieableitung sollte vereinfacht und auf zwei redundante 16-kV-Abgänge umgebaut werden. Leider verzögerte sich die Erteilung der Konzession, sodass mit dem Baubeschluss zur Realisierung des Projekts zugewartet werden musste.

4. Erneuerungsetappe 1998/99

Nachdem mit den französischen Behörden eine Klärung der Konzessionssituation gefunden und ein weiterlaufendes Wassernutzungsrecht von 30 Jahren, d.h. bis 2024, erteilt wurde, begannen sich die Randbedingungen für SEG zu klären. Ein kompletter Neubau konnte unter diesen Voraussetzungen nicht amortisiert werden. Das Erneuerungsprojekt von 1996 musste daher endgültig verworfen werden. Stattdessen sollte eine etappierte Erneuerung und Automatisierung des bestehenden Wasserkraftwerks, basierend auf den Erkenntnissen der Zustandsanalyse von 1989, realisiert werden. Die BKW wurde folglich 1997 mit der Ausarbeitung eines etappierten Erneuerungskonzepts beauftragt. Die darin vorgeschlagenen Arbeiten wurden in den letzten Jahren zielgerichtet verwirklicht.

Kernpunkte der ersten Erneuerungsetappe waren die Behebung betrieblicher Einschränkungen, die Erhöhung der Betriebssicherheit und die Gewährleistung der Verfügbarkeit der leistungsstärksten Turbinen-Generatorgruppe Nr. 2. Um den durch den Betrieb der oben liegenden Kraftwerke bedingten, unregelmässigen Wasserzufluss auszugleichen, war 1955 der Stausee durch Erhöhung des natürlichen Staudamms mit einem Betondamm von 1,90 m vergrössert worden. Leider war bei diesem Ausbau keine bewegliche Wehrschütze eingebaut worden. So war bei einer Absenkung des Staupegels unter die Überfallkante die Abgabe der Dotierwassermenge nur noch durch die Turbinen möglich. Dies führte bei Netzausfall oder einer Gesamtabstellung des Kraftwerks zu betrieblichen Problemen. Wegen der fehlenden schweizerischen Konzession konnte keine Baubewilligung für die Erneuerung der Wasserfassung erworben werden. Deshalb konzentrierte sich die Planung von Verbesserungsmassnahmen auf das Wasserschloss. Die Wasserzuleitung tritt dort aus dem Zuleitungsstollen in ein offenes Becken aus. Ein Streichwehr sowie ein nachträglich erstellter Saugheber waren zur Beherrschung von Hochwasserzuflüssen und Maschinenschnellschlüssen vorhanden. Die Funktionstüchtigkeit des bestehenden Überlaufbauwerks musste aber zuerst in Anlagenversuchen bis zur Volllastabschaltung nachgewiesen werden. Jeder Versuch wurde messtechnisch und mit Videoaufzeichnungen erfasst. Daraus konnten die Umbauerfordernisse am Überlaufbauwerk bestimmt werden. Zur unterbruchsfreien Abgabe von Dotierwasser wurde ein Nebenauslass eingebaut, der aus dem Wasserschloss gespiesen wird. Von entscheidender Wichtigkeit war es, die Betriebssicherheit der alten Druckleitung zu verbessern. Ein Ersatz kam aus finanziellen Gründen nicht in Betracht, weshalb eine Notschlussschütze vor dem Druckleitungseinlauf nachgerüstet wurde. So kann der Wasserzufluss in einem Schadenfall sicher abgesperrt werden. Auf betrieblichen Wunsch wurde ein neuer Feinrechen mit einer automatischen Rechenreinigungsmaschine am Ende des Wasserschlosses vorgesehen, da die manuelle Reinigung des vorhandenen Grobrechens hohen betrieblichen Aufwand erfordert hatte. Die neuen Stahlwasserbaukomponenten wurden von H. Erne Metallbau AG, Leuggern, geliefert. Für die geschützte Unterbringung der nötigen Steuer- und Antriebseinheiten wurde ein kleines Betriebsgebäude über dem Wasserschloss eingebaut.

Bild 3. Revidierte Turbinen-Generatorgruppe Nr. 2, im Vordergrund der umgebaute Turbinenregler, links die neuen Maschinenleittechnik-Schränke.

Bild 4. Revidierte Turbinen-Generatorgruppe Nr. 1, im Vordergrund der neue Turbinenregler mit Anpassungen an Leitapparatantrieb und Drehzahlmessung.

Die Kaplanturbine und der Generator wurden in Zusammenarbeit mit Hydro Vevey SA, Vevey, sowie ABB Kraftwerke AG, Birr, einer Generalrevision unterzogen. Kernpunkte der Turbinenrevision waren ein Laufradersatz, der Umbau des Leitapparats auf fettfreien Betrieb, ein neuer elektronischer Turbinenregler, komplett neue Instrumentierung und Drehzahlüberwachung sowie die Instandstellung aller weiterverwendeten Teile. Unerwartete Schäden waren infolge Unrundlaufs der Turbinenwelle im Laufradmantel und am Turbinenlager zu beheben. Am Generator wurden im Wesentlichen eine Neuwicklung des Stators, eine Reinigung und Nachimprägnierung des Rotors sowie eine Instandsetzung des Erregers ausgeführt. Die Synchronisierung wurde neu konzipiert, das Kühlwassersystem an die neuen Erfordernisse angepasst.

Die gesamte Planung, die Projektleitung, die Ausarbeitung der detaillierten Pflichtenhefte, die Offerteinholung und Evaluation, die Qualitätssicherung bei Konstruktion und Fabrikation sowie die Inbetriebsetzung erfolgten durch die BKW. Montage und Montageleitung wurden von SEG selbst ausgeführt. Für die neue Leittechnik der Stahlwasserbaukomponenten im Wasserschloss und der Turbinen-Generatorgruppe Nr. 2 trat die BKW als gesamtverantwortliche Lieferantin auf. Konfiguration und Programmierung wurden auf Basis Siemens Simatic S7 vorgenommen.

Eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit wurde durch den Einbau einer neuen, leistungsstarken Notstromgruppe in einem hochwassersicheren Anbau und die notwendigen Anpassungen der Wechselstrom-Eigenbedarfsanlage erreicht.

5. Erneuerungsetappe 2000/01

In der zweiten Erneuerungsetappe wurde die begonnene Erneuerung und Automatisierung an den beiden Francismaschinen Nr. 1 und 3 fortgesetzt. Das Alter dieser beiden Turbinen-Generatorgruppen stellte hohe Anforderungen an die Nachrüstung für den geforderten Automatikbetrieb. Die Start- und Stoppsequenzen sowie die Instrumentierung für die Überwachung mittels elektronischen Turbinenreglers waren sorgfältig zu planen. Die ältere Gruppe Nr. 3 war Mitte der 80er-Jahre bereits einer Revision mit Laufradwechsel unterzogen worden, weshalb auf eine Demontage verzichtet wurde. Der ölhydraulische Reglerteil wurde bei den Werkbetrieben Wimmis der BKW nach den Anforderungen des neuen Turbinenreglers umgebaut, die Lagerschmierung verbessert und das Kühlsystem automatisiert. Die erweiterte Instrumentierung und eine Schwingungsüberwachung sichern eine aussagekräftige Überwachung des Maschinenzustands. Die Turbinen-Generatorgruppe Nr. 1 war dagegen noch nie umfassend revidiert worden und wurde daher einer Generalrevision analog Maschine Nr. 2 unterzogen. Kernpunkte der Turbinenrevision waren die Instandsetzung des Laufrads durch Einschweissen und Überschleifen von Blecheinsätzen, der Umbau der Leitschaufeln auf fettfreie Lagerung, die Instandsetzung des Turbinenlagers und die Nachrüstung der Überwachungsinstrumentierung. Der bestehende Turbinenregler wurde nach den neuen Anforderungen umgebaut. Erneut wurde Hydro Vevey SA mit der Ausführung beauftragt. Der Generator wurde ebenfalls umfassend saniert. Die Rotorpole und der Erreger wurden zur Instandsetzung und Neuimprägnierung ins Werk von ABB Kraftwerke AG gesandt. Der Stator wurde vor Ort einer Neuverkeilung unterzogen. Die Lager wurden mit Schmierölpumpen und den erforderlichen Überwachungsinstrumenten nachgerüstet. Die Kühlwasseranlage erfuhr eine Teilerneuerung. Die Leittechnik wurde von BKW nach dem gleichen technischen Stand wie bei der vorangegangenen Erneuerungsetappe konzipiert. Für eine sichere Eigenbedarfsversorgung wurde zusätzlich die Gleichstromanlage modernisiert.

Von besonderer Bedeutung war die Verbesserung der Betriebssicherheit durch den Ersatz der beiden sehr alten Drosselklappen vor den Turbinen Nr. 1 und 3. In Zusammenarbeit mit Von Roll Betec AG, Thun, wurde eine zufrieden stellende Lösung unter Berücksichtigung der einschränkenden Randbedingungen bezüglich Abmessungen und Zugänglichkeit gefunden. Es gelang, zwei baugleiche Drosselklappen DN 1700, PN 4, einzusetzen. Die Anpassung an die bestehenden Rohrleitungen erfolgte mit unterschiedlichen Übergangsrohren.

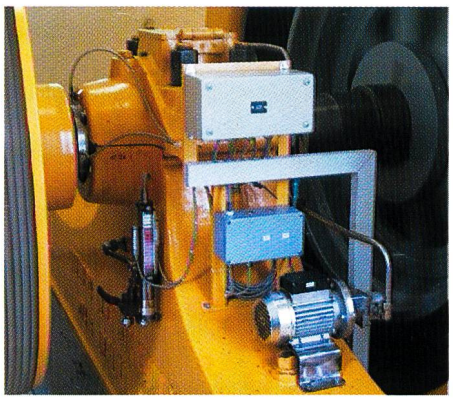

Bild 5. Umgebautes Generatorlager von Maschine Nr. 1, Schmierölpumpe und Überwachungsinstrumente.

Die Stromableitung wurde in dieser Phase gemäss dem Erneuerungsprojekt von 1996 umgestaltet. Durch den Einbau eines zweiten Maschinentransformators 5/16 kV konnte trotz Aufgabe des 50-kV-Abgangs eine vollständig redundante Ableitung zur neuen Unterstation Le Noirmont erreicht werden.

6. Automatisierung Wasserhaushalt, Visualisierung

Als vorläufig letzte Erneuerungsetappe wird 2003/04 durch die BKW eine Automatisierung der Wasserhaushaltsregelung realisiert. Die Regulierung und der Maschineneinsatz wurden bisher vom Kommandoraum aus manuell gesteuert. Der Wasserspiegel im Wasserschloss wurde per Videoüberwachung knapp unter der Überfallkante gehalten. Dies bedingte einerseits die Präsenz von Betriebspersonal rund um die Uhr, was hohe Personalkosten bei relativ geringer Produktion ergab. Andererseits wurde die Personalrekrutierung bei Pensionierungen zunehmend schwierig, da die Bereitschaft für eine Wohnsitznahme in der abgelegenen Schlucht des Doubs nicht mehr vorhanden ist. Der Ausbau auf Vollautomatik drängte sich deshalb trotz des fortgeschrittenen Alters des Kraftwerks auf.

Die Wasserhaushaltsautomatik hat zwei unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen. Einerseits soll sie den Maschineneinsatz bei möglichst hohem Stauspiegel nach dem Wasserzufluss regeln und damit das Betriebspersonal von Fleissarbeit entlasten. Dabei sind die Wasserspiegel im Stausee und im Wasserschloss gebührend zu beachten. Andererseits soll die Automatik aber auch eine Bewirtschaftung des Stauvolumens und einen bedarfsgerechten Produktionsplan ermöglichen. Dazu fehlte eine permanente Messung der Wasserabgabe des oben liegenden Wasserkraftwerks Refrain. Eine direkte Auskoppelung aus dem Produktionsplan der Electricité de France scheiterte an deren geschlossenem Leitsystem. Aus diesem Grund musste eine eigene Abflussmessung in der eidgenössischen Messstation Combe des Sarasins nachgerüstet werden. Diese liegt ca. 5,5 km oder 2 Stunden Fliesszeit oberhalb von La Goule. Die Signalübertragung erfolgt mittels Funk. Gezielte Messungen hatten die Funktionstüchtigkeit dieser Übermittlungsmethode nachgewiesen. Die Situation im Stausee (Niveau, freies Speichervolumen u.a.) wird mit Niveausonden erfasst. Aus diesen Daten kann entweder direkt auf die Wasserstandsregulierung zugegriffen oder aus Kenntnis der zufliessenden Wassermenge und des verfügbaren Volumens im Stausee ein Produktionsplan hergeleitet werden. Dadurch wird eine konzentrierte Produktion bei Spitzenbedarf möglich. Der Maschineneinsatz richtet sich nach den geeigneten Einsatzbereichen der verschiedenen Turbinen (Schluckvermögen, Wirkungsgrad, Kavitationsgefährdung, Schwingungen usw.). Die Wasserhaushaltsautomatik bewirkt somit nicht nur eine Maximierung der Produktion, sondern auch einen schonenden Maschinenbetrieb. Die gesamte Anlage kann neu von einem Bildschirmarbeitsplatz (Siemens WinCC) überwacht und gesteuert werden.

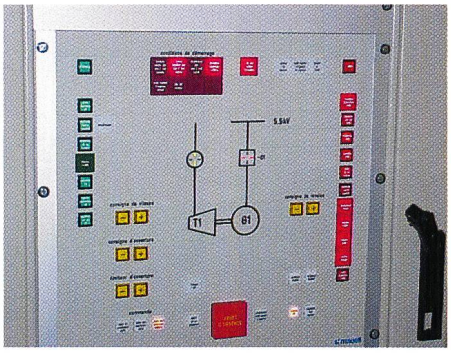

Bild 6. Lokale Maschinensteuerung.

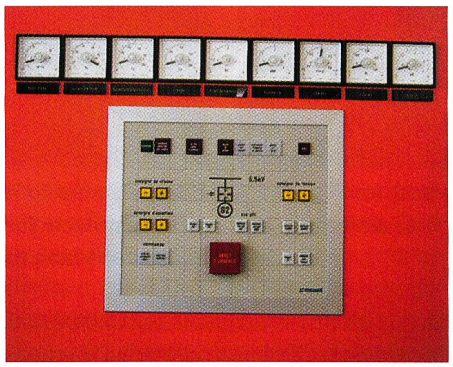

Bild 7. Blindschema einer Maschinengruppe im Kommandoraum.

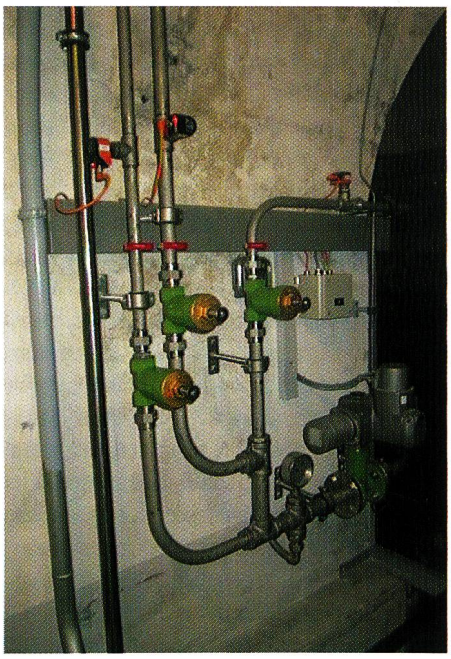

Bild 8. Kühlwasseranlage von Maschine Nr. 2, umgebaut für Automatikbetrieb.

7. Ausblick

Die Behandlung des hängigen Konzessionsgesuchs wird zurzeit unter Federführung des Bundesamtes für Wasser und Geologie mit den französischen Behörden intensiv vorangetrieben, sodass die neue Konzession in Kürze erwartet werden darf. Damit würde für SEG wieder eine gesicherte Basis für Ausbau, Amortisation und Betrieb geschaffen und erlauben, die letzte Erneuerungsetappe anzugehen: den Neubau der Wasserfassung. Diese umfasst nebst Einlaufrechen und leistungsfähiger Rechenreinigungsmaschine insbesondere den Einbau einer neuen Stolleneinlaufschütze. Diese hat zwei Funktionen zu erfüllen. Einerseits wird sie als Notschlussorgan vor dem Stolleneinlauf dienen, andererseits aber auch als zusätzliches Regulierorgan für die Wasserhaushaltsregelung. Bei Erreichen der Vollöffnung aller Turbinen würde der Wasserzufluss zum Wasserschloss reduziert. Stollen und Wasserschloss werden so von einigen provisorisch aufgepfropften Funktionen (Hochwasserentlastung, Dotiereinrichtung) entlastet.

Nach Abschluss dieses letzten Ausbauschritts wird das Wasserkraftwerk La Goule fit sein für einen Weiterbetrieb bis zum Ablauf des Wassernutzungsrechts 2024.

8. Zusammenfassung

Die Erneuerung und Automatisierung des Wasserkraftwerks La Goule stellten eine anspruchsvolle Ingenieuraufgabe dar. Die Etappierung bedingte eine sorgfältige Planung in sich abgeschlossener Einzelmassnahmen. Aus Gründen der hängigen Neukonzessionierung konnten vorerst nur «anlageninterne» Baumassnahmen umgesetzt werden. Um den vereinbarten Endzustand zu erreichen, mussten sich die Abläufe nach der Prioritätenfolge Personen- und Umweltrisiken, Verfügbarkeit und Betriebssicherheit, Betriebsaufwand und Automatisierung richten. Die detaillierte Zustandsanalyse war Grundlage für die Bearbeitung dieser komplexen Aufgabe. Die abgesicherte Basis erlaubte es, die richtigen Lösungen für Instandsetzung und Weiterbetrieb bestehender Anlageteile zu realisieren und gleichzeitig die vorgegebenen wirtschaftlichen Ziele bezüglich Automatisierung zu erreichen. In enger Zusammenarbeit zwischen Bauherrschaft und den projektierenden Ingenieuren der BKW konnte das Vorhaben nun erfolgreich auf die Zielgerade geführt werden.

Anschrift des Verfassers
Peter Hässig, BKW Energie AG, Viktoriaplatz 2, CH-3000 Bern 25.